

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-123459

(P2005-123459A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 23/427

H02M 1/00

F I

H01L 23/46

H02M 1/00

B

R

テーマコード (参考)

5 F 0 3 6

5 H 7 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-357970 (P2003-357970)

(22) 出願日 平成15年10月17日 (2003.10.17)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100087332

弁理士 猪股 祥晃

(74) 代理人 100103333

弁理士 菊池 治

(74) 代理人 100081189

弁理士 猪股 弘子

(72) 発明者 橋本 隆

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中事業所内

最終頁に続く

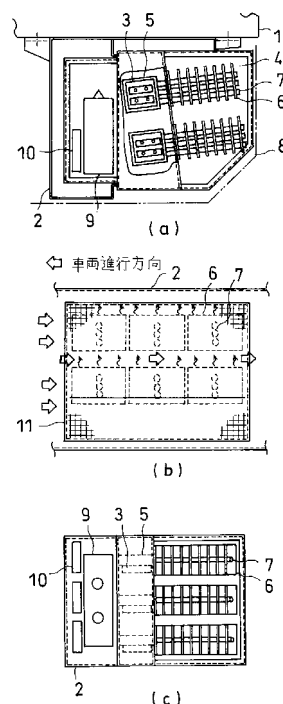
(54) 【発明の名称】 半導体冷却装置

(57) 【要約】

【課題】半導体素子の温度上昇を抑え信頼性を向上させると共に、冷却器の小形化により装置小形軽量化することを可能とする半導体冷却装置を提供する。

【解決手段】鉄道車両床下に設置される電力変換装置内に収納される半導体冷却装置において、直列に半導体素子が接続され、その両端が直流端子、中間接続点が交流端子となる1相分の電力変換回路の上アーム側を構成する半導体素子を1個の冷却器の受熱部の一面に取付け、下アーム側を構成する半導体素子を別の1個の冷却器の受熱部の一面に取付け、これら2個の冷却器を上下方向に並べて配置すると共に、これら冷却器の放熱部分は装置筐体の車体側方側に外気に開放されて設置され、上下の放熱部分間に間隔を設けているので、複数個並んだ冷却器の後位側でも新鮮な走行風が得られ、後位側の半導体素子の温度上昇を抑制することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉄道車両床下に設置される電力変換装置内に収納される半導体冷却装置において、直列に半導体素子が接続され、その両端が直流端子、中間接続点が交流端子となる 1 相分の電力変換回路の上アーム側を構成する半導体素子を 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、下アーム側を構成する半導体素子を別の 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、これら 2 個の冷却器を上下方向に並べて配置すると共に、これら冷却器の放熱部分は装置筐体の車体側方側に外気に開放されて設置され、上下の放熱部分間に間隔を設けたことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 2】

鉄道車両床下に設置され、独立して運転可能な複数群の電力変換回路を有する電力変換装置内に収納される半導体冷却装置において、直列に半導体素子が接続され、その両端が直流端子、中間接続点が交流端子となる 1 相分の電力変換回路の上アーム側を構成する半導体素子を 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、下アーム側を構成する半導体素子を別の 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、さらにこの面の反対側の面に、異なる群の 1 相分の半導体素子を上アーム側半導体素子と下アーム側半導体素子を別個の冷却器に取付け、これら 2 個の冷却器を上下方向に並べて配置すると共に、これら冷却器の放熱部分は装置筐体の車体側方側に外気に開放されて設置され、上下の放熱部分間に間隔を設けたことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体冷却装置において、電力変換回路は 2 個の半導体素子を直列に接続した 2 レベル回路であり、1 個の冷却器の受熱部の 1 個の面には 1 個の半導体素子を取り付けられることを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の半導体冷却装置において、半導体素子の取付けられた冷却器受熱部の面が、2 個の冷却器間で同一平面状となるよう、2 個の冷却器を上下方向に並べて配置したことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の半導体冷却装置において、冷却器は複数本の直管状のヒートパイプが上下方向に並び、それぞれのヒートパイプの一方の端部は冷却器の受熱部に挿入接続され、他方の端部は多数枚の板状の放熱フィンに貫通接続され、受熱部側が下方となるよう水平から 5 ~ 20 度傾斜して設置されるヒートパイプ式冷却器であって、放熱フィン部分が鉄道車両床下の車体側方側となるよう電力変換装置の外気と通ずる突出部分に収納され、上下方向に並べられた 2 つの放熱フィン部分の間は間隔が設けられていることを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の半導体冷却装置において、上下方向に並べた 2 個の冷却器は同一ではなく、ヒートパイプ長さ、ヒートパイプ本数、放熱フィン外形、放熱フィン枚数、放熱フィンピッチのいずれかが異なっていることを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の半導体冷却装置において、上下方向に並べた 2 個の冷却器の水平からの傾斜角度は同一ではなく、上方に設置される冷却器の方が、傾斜角度が大きいことを特徴とする半導体冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体冷却装置に係り、特に鉄道車両床下に設置される電力変換装置内に収納される半導体冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道車両の床下に設置される電力変換装置は、半導体素子を用いて電力変換を行うが半導体素子より発生する熱損失を大気に効率良く放散し半導体素子の温度上昇を抑えるための冷却器が必要になる。電動送風機を用いて強制的に送風冷却を行うものもあるが、無保守性のメリットから電動送風機を用いない自然通風方式の冷却器を用いるものも多い。この場合、大気への熱放散性が良好となるよう冷却器の放熱部を車体側方側に向けて設置するのが一般的である。

【0003】

以下、従来の電力変換装置の半導体冷却装置を図5及び図6を参照して説明する。

図5は、特許文献1において、車体床下に取付けられた電力変換装置の構成図であり、同図(a)は鳥瞰図、同図(b)は同図(a)のX-X断面図、図6(a)は図5(b)の部分拡大図、図6(b)は図6(a)の車体を取り除いた部分図である。 10

【0004】

車体1の床下に設置される電力変換装置2は、半導体素子3を冷却するための冷却器4が収納されており、冷却器4は電力変換装置2の筐体内部に半導体素子3の取り付け受熱部5が、車体側方側となる筐体外部の外気に晒される部分に多数枚の放熱フィン6が配置されるよう構成されている。受熱部5と放熱フィン6との間は複数本のヒートパイプ7で接続されるが、ヒートパイプ7の一方の端部は受熱部5へ挿入接続され、もう一方の端部は放熱フィン6に貫通接続される。又、床下に設置される機器は設置スペース限界8内に収納する必要があるが、この設置スペース限界8内に収まるよう放熱フィン6が多数枚設けられることになる。 20

【0005】

このように構成された電力変換装置2では、半導体素子3より発生する熱損失は冷却器4の受熱部5へ伝熱され、ヒートパイプ7を介して放熱フィン6へと伝わり放熱フィン6より大気へ熱放散されることになる。放熱フィン6は車体側方側にあるため、排出された熱が車体1の床下にこもりにくいメリットがあり、かつ車両走行時に床下機器群周辺を流れる走行風が放熱フィン6を流れやすいため、放熱性能も向上する。このように走行風を効率良く利用することは、半導体素子温度上昇の低減により十分なマージンが確保でき信頼性向上につながり、また、冷却器小形化による装置の小形軽量化にとって重要である。

【特許文献1】特開平6-225548号公報 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述のように放熱フィン6部分を車体側方へ突出させ走行風を受けやすく構成しているが、電力変換装置では1相分のみの電力変換回路だけから構成されるものはほとんど無く、半導体冷却装置が複数個で構成される。それら半導体冷却装置の放熱フィン部分が装置の車体側方側に突出して複数個、車両進行方向に並ぶわけである。

【0007】

車両走行時の走行風はこれら放熱フィン部分の何れにも同等にあたるものでは当然無く、進行方向後位ではその前位にある放熱フィンに阻害され、十分な走行風が得られないということになる。十分な走行風が得られないと後位の放熱フィン部分での通過風速が低いことで放熱フィン表面からの熱伝達が悪くなるだけでなく、その前位側の放熱フィンから放熱された熱量により空気温度も上昇し、後位の放熱フィンへの入風温度も高くなるので冷却上は更に条件が悪くなる。 40

【0008】

最も冷却条件の悪い後位の放熱フィン部分で冷却器性能が決まってしまうため、前位側では充分すぎるマージンがあることになる。進行方向は何れの方角にも入れ替わるため、その時の前位側冷却器を小形化して最適化することもできない。さらに、走行風を利用した冷却では進行方向に複数個並んだ放熱フィン部分の前位側から後位側へ走行風の低下を少なくすることが肝要である。 50

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記情況に対処するためになされたもので、その課題は、車両進行方向に複数個並んだ冷却器の後位側でも十分な走行風が得られるようにすることで、半導体素子の温度上昇を抑え信頼性を向上させると共に、冷却器の小形化により装置小形軽量化することを可能とする半導体冷却装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明は、鉄道車両床下に設置される電力変換装置内に収納される半導体冷却装置において、直列に半導体素子が接続され、その両端が直流端子、中間接続点が交流端子となる 1 相分の電力変換回路の上アーム側を構成する半導体素子を 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、下アーム側を構成する半導体素子を別の 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、これら 2 個の冷却器を上下方向に並べて配置すると共に、これら冷却器の放熱部分は装置筐体の車体側方側に外気に開放されて設置され、上下の放熱部分間に間隔を設けたことを特徴とする。

10

【 0 0 1 1 】

請求項 1 に記載の発明によると、上下の放熱部分間に間隔を設けているので、複数個並んだ冷却器の後位側でも新鮮な走行風が得られ、後位側の半導体素子の温度上昇を抑制することができるので、従来のように、進行方向前位の冷却器放熱部には走行風が充分あたるが後位側の冷却器になるにつれ走行風の風量、風速は極端に低下しなくなる。

【 0 0 1 2 】

20

請求項 2 に記載の発明は、鉄道車両床下に設置され、独立して運転可能な複数群の電力変換回路を有する電力変換装置内に収納される半導体冷却装置において、直列に半導体素子が接続され、その両端が直流端子、中間接続点が交流端子となる 1 相分の電力変換回路の上アーム側を構成する半導体素子を 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、下アーム側を構成する半導体素子を別の 1 個の冷却器の受熱部の一面に取付け、さらにこの面の反対側の面に、異なる群の 1 相分の半導体素子を上アーム側半導体素子と下アーム側半導体素子を別個の冷却器に取付け、これら 2 個の冷却器を上下方向に並べて配置すると共に、これら冷却器の放熱部分は装置筐体の車体側方側に外気に開放されて設置され、上下の放熱部分間に間隔を設けたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

30

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体冷却装置において、電力変換回路は 2 個の半導体素子を直列に接続した 2 レベル回路であり、1 個の冷却器の受熱部の 1 個の面には 1 個の半導体素子を取り付けられることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の半導体冷却装置において、半導体素子の取付けられた冷却器受熱部の面が、2 個の冷却器間で同一平面状となるよう、2 個の冷却器を上下方向に並べて配置したことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の半導体冷却装置において、冷却器は複数本の直管状のヒートパイプが上下方向に並び、それぞれのヒートパイプの一方の端部は冷却器の受熱部に挿入接続され、他方の端部は多数枚の板状の放熱フィンに貫通接続され、受熱部側が下方となるよう水平から 5 ~ 20 度傾斜して設置されるヒートパイプ式冷却器であって、放熱フィン部分が鉄道車両床下の車体側方側となるよう電力変換装置の外気と通ずる突出部分に収納され、上下方向に並べられた 2 つの放熱フィン部分の間は間隔が設けられていることを特徴とする。

40

【 0 0 1 6 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載の半導体冷却装置において、上下方向に並べた 2 個の冷却器は同一ではなく、ヒートパイプ長さ、ヒートパイプ本数、放熱フィン外形、放熱フィン枚数、放熱フィンピッチのいずれかが異なっていることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

50

請求項 7 に記載の発明は、請求項 5 に記載の半導体冷却装置において、上下方向に並べた 2 個の冷却器の水平からの傾斜角度は同一ではなく、上方に設置される冷却器の方が、傾斜角度が大きいことを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、車両方向に複数個並んだ冷却器の後位側でも十分な走行風が得られ、上方の冷却器の下方からのあおりを少なくすることにより、半導体素子の温度上昇を抑制し信頼性を向上できる。後位側の冷却条件が向上することにより、放熱フィンの小形化が図れ、電力変換装置の小形・軽量化を図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0019】

本発明では半導体冷却装置内の冷却器を上下に分離し、電力変換回路の上アーム側の半導体素子用の冷却器と下アーム側の半導体素子用の冷却器とを別個の冷却器で分離した構成とし、上下の放熱フィン群間に間隔を設けることで、この間隔部分を走行風の流路とし後位側冷却器の放熱フィンへも十分な走行風が流れるように構成している。

【実施例 1】

【0020】

本発明の実施例 1（請求項 1，3，4，5 に対応）の電力変換装置を図 1（a），（b），（c）を用いて説明する。図 1（a）は従来の図 6（a）に対応する図、図 1（b）は従来の図 6（b）に対する図、図 1（c）は同図（a）の車体を取り除いた状態の平面図である。

20

【0021】

図に示すように、本実施例は上アームを構成する半導体素子 3 を 1 個の冷却器 4 の受熱部 5 に取付け、素子と冷却器の 1 対の構成となるものを図のユニットの上方に配置し、もう一方の半導体素子を他の 1 個の受熱部 5 に取付け 1 対の構成となるものを図のユニットの下方に配置し、上下の位置関係となる半導体素子は同一平面状の位置関係となり、それぞれの半導体素子を直列に接続することにより 2 レベル回路構成となる。そして、上方に配置する冷却器の放熱部と下方に配置する冷却器の放熱部との間に図のように間隔を有する構成としている。

【0022】

30

各半導体素子に電気を印加し、ゲートアンプからの信号により電気が流れ、スイッチング素子は発熱する。発熱した熱は、半導体素子を取付けている冷却器の受熱部 5 → ヒートパイプ 7 → フィン 6 へと熱伝導し、フィン 6 より大気へ放熱される。

【0023】

本実施例によると、フィン 6 から大気への放熱に当たり、一般的に進行方向前位の冷却器は外気の新鮮な走行風を受け効率良く放熱するが、進行方向後位の冷却器は前位からの放熱により入熱温度が高くなり冷却条件が悪くなるが、本実施例によれば上下の冷却器の間隙に新鮮な外気が通過し、前位の放熱の影響が少なくなることから、後位側の温度上昇を抑制することができる。

【実施例 2】

40

【0024】

本発明の実施例 2（請求項 2 に対応）の電力変換装置を図 2（a），（b），（c）を用いて説明する。

図 2（a）は半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示す図 1（a）に対応し、図 2（b）は、図 1（b）に対応し、図 2（c）は図 1（c）に対応する図である。

【0025】

本実施例は実施例 1 と同様に冷却器に半導体素子を取付けるが、冷却器受熱ブロックの反対面には他の相の半導体素子を取付ける。つまり、1 つの冷却器に異なる 2 つの相の半導体素子を取付けた構成とする。上方に配置する冷却器の放熱部と下方に配置する冷却器

50

の放熱部との間に間隔を設けた構成であることは、実施例 1 と同様であり、また半導体素子から放熱までの作用も実施例 1 と同様であるが、パイプへの入熱が両面からの為効率は実施例 1 より向上する。上下の冷却器の間には間隙を設けているので、後位側の温度上昇を抑制する効果がある他、2 相を 1 つにまとめていることで、小形・軽量化が図れるという効果もある。

【実施例 3】

【0026】

本発明の実施例 3（請求項 6 に対応）の電力変換装置を図 3 を用いて説明する。

図 3 は半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示す図 1（a）に対応する図である。

10

【0027】

本実施例は実施例 1 と同様に、冷却器に半導体素子を取付け、冷却器放熱部上下に間隙を設けた構成であるが、上方の冷却器の放熱部の長さを設置スペース限界に合わせて下方より長くし、下方の冷却器よりパイプ長は長く、フィン枚数が多い構成である。

【0028】

半導体素子から放熱までの作用は実施例 1 と同様であるが、上方の放熱部が長くなり、フィン枚数が多いことから、放熱面積は実施例 1 より増加する。一般的に上方の冷却器は、下方からの放熱の影響などもあり、下方の冷却器より温度条件的に厳しいが、放熱面積の増加により上方の冷却器の温度上昇を抑制する効果がある。

【実施例 4】

20

【0029】

本発明の実施例 4（請求項 7 に対応）の電力変換装置を図 4 を用いて説明する。

図 4 は半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示す図 1（a）に対応する図である。

【0030】

本実施例は実施例 1 と同様に、冷却器に半導体素子を取付け、冷却器放熱部上下に間隙を設けた構成であるが、上方の冷却器の取付け角度が下方の冷却器より大きくなるように設置されている。

【0031】

半導体素子から放熱までの作用は実施例 1 と同様である他に、上方の冷却器の取付け角度が大きいことからパイプの最大熱輸送量が大きくなり、放熱部上下の間隙の寸法が大きくなることから走行風の通風効率が向上し、また上下の半導体素子が接近している。一般的に上方の冷却器は、下方からの放熱の影響などもあり、下方の冷却器より温度条件的に厳しいが、本実施例では最大熱輸送量が大きくなるので上方の冷却器の温度上昇を抑制する効果があり、走行風が受熱部寄りにも効率良く入風するので、後位側の冷却器の温度上昇抑制する効果があり、また半導体素子間の主回路配線距離が短縮するので低インダクタンス化より電気品の削減又は小形化の効果がある。

30

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本発明の実施例 1 の電力変換装置で、同図（a）は、半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示した図、同図（b）は、同図（a）を車側より見た部分図、同図（c）は、同図（a）の車体を取り除いた状態の平面図。

40

【図 2】本発明の実施例 2 の電力変換装置で、同図（a）は、半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示した図、同図（b）は、同図（a）の車側より見た部分図、同図（c）は、同図（a）の車体を取り除いた状態の平面図。

【図 3】本発明の実施例 3 の電力変換装置で、半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示した図。

【図 4】本発明の実施例 4 の電力変換装置で、半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示した図。

【図 5】車体床下に取付けた従来の電力変換装置を示し、同図（a）は鳥瞰図、同図（b）

50

)は同図(a)のX-X断面図。

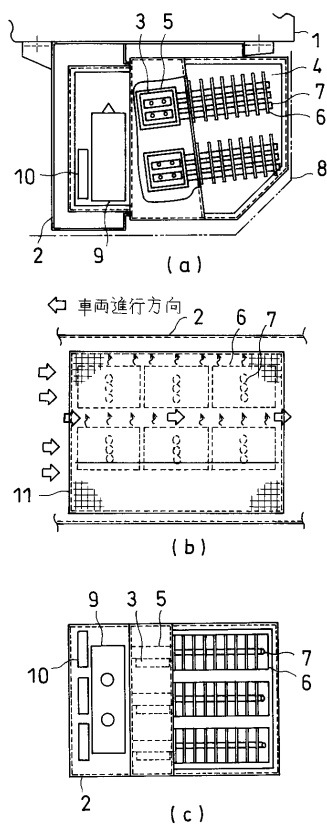
【図6】従来の電力変換装置を示し、同図(a)は、半導体冷却ユニットが電力変換装置に組み込まれた状態を示した図、同図(b)は、同図(a)を車側より見た部分図。

【符号の説明】

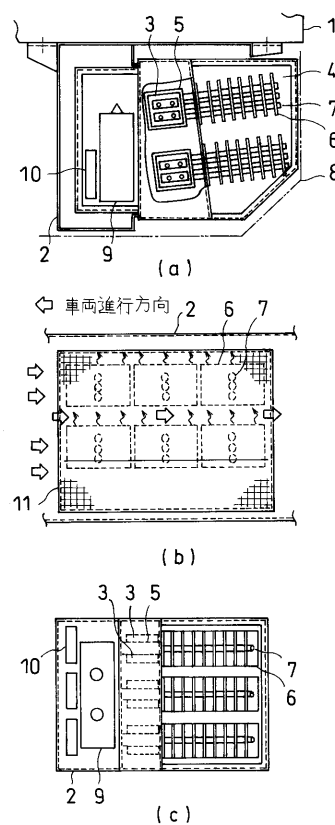
【0033】

1...車体、2...電力変換装置、3...半導体素子、4...冷却器、5...受熱部、6...放熱フィン、7...ヒートパイプ、8...設置スペース限界、9...フィルタコンデンサ、10...ゲートアンプ、11...車側保護カバー。

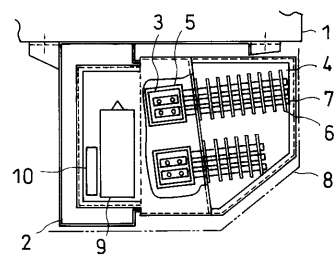
【図1】



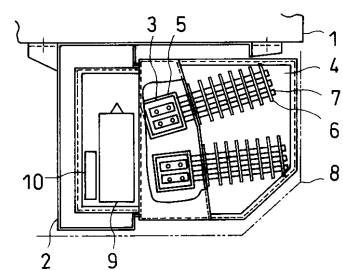
【図2】



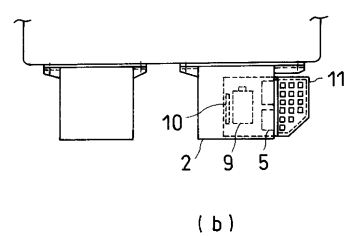
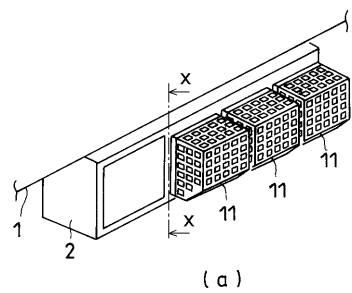
【図 3】



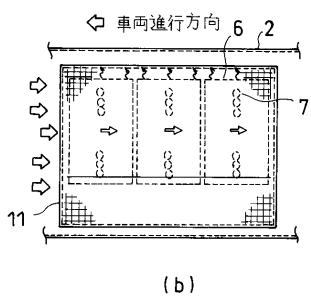
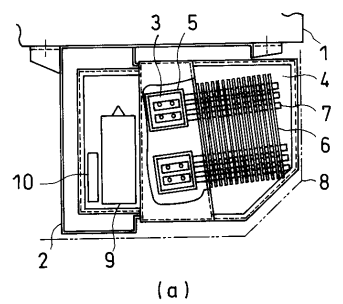
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 宮入 正樹

東京都府中市晴見町二丁目 2 4 番地の 1 東芝トランスポートエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 5F036 AA01 BA06 BB05 BB60 BC01

5H740 MM08 PP06